

Отзыв на Проект

“Изучение спиновой структуры нуклонов в сильных и электромагнитных взаимодействиях” (GDH & SPASCHARM & NN)

Н.А. Бажанов и др.

Настоящий проект направлен на экспериментальное исследование в рамках КХД спин-флейворной структуры нуклонов в двух различных ускорительных лабораториях: ИЯФ (Майнц, Германия) и ИФВЭ (Протвино). Все эксперименты требуют использования поляризованных мишеней, что определяет ключевую роль физиков ОИЯИ, которые разрабатывают две поляризованные мишени с замороженной поляризацией.

Часть Проекта GDH выполняется в Институте ядерной физики (ИЯФ) в Майнце. Эта программа включает двухспиновые эксперименты на пучках меченых поляризованных фотонов, получаемых на микротроне Майнца в рамках сотрудничества A2 во всей области энергий от 0,2 ГэВ до максимальной энергии 1,5 ГэВ (MAMI C). Самая важная часть этой установки – криостат растворения $^3\text{He}/^4\text{He}$ разработан и сконструирован группой из ОИЯИ (руководитель Ю.А. Усов). Горизонтальная геометрия криостата и использование тонких внутренних сверхпроводящих катушек для поддержания замороженной поляризации (продольной и поперечной) позволяет размещение мишени внутри детектора Crystal Ball с геометрией 4л. Отличные параметры криостата (базовая температура 30 мК, протонная поляризация выше 90%, поляризация дейтронов до 80%, время релаксации поляризации 1000 часов) обеспечивают очень эффективный набор данных. Новая двухэлементная мишенная вставка, основанная на новом принципе, который был разработан группой ОИЯИ, делает операции с мишенью лёгкими и удобными. В дополнение, по просьбе Сотрудничества A2 научные сотрудники ОИЯИ разработали очень обещающую «активную» поляризованную мишень, использующую твёрдотельные сцинтиллирующие плёнки в качестве рабочего вещества мишени, и провели впервые в мире измерения спиновых поляризуемостей протона.

Проект включает также разработку криостата для поляриметра электронов, который должен обеспечить точность 0,5%, для экспериментов на строящемся сверхпроводящем ускорителе MESA. Эксперимент состоит в регистрации не сохраняющего четность упругого рассеяния электронов с энергии 150 МэВ на протонах. Конечной целью является точное определение угла смешивания электрослабого взаимодействия.

Основными целями части проекта GDH является изучение спиновой зависимости полного сечения фотопоглощения и процессов фоторождения мезонов на протонах и нейтронах. Ключевая роль теоретической поддержки обеспечивается С.Б. Герасимовым, который является участником сотрудничества A2. Хорошо известное правило сумм Герасимова-Дрелла-Херна (GDH) предсказывает зависимость спиновой асимметрии полного поперечного сечения фотопоглощения от фундаментальных характеристик нуклонов. С.С. Камалов с коллегами разработал пакет программ мультипольного анализа процессов фоторождения мезонов (MAID). С.Б. Герасимов использовал разработанный ранее С.С. Камаловым пакет программ мультипольного анализа процессов фоторождения мезонов (MAID) для получения экспериментально проверяемых соотношений,

включающих поперечные сечения мультипионного фоторождения на нейтронах, измерение которых составляет важную часть программы сотрудничества А2.

Эксперименты, проводимые на ускорителе Ван де Граафа Чешского Технического Университета, с пучком поляризованных нейтронов с энергией 14 МэВ и поляризованной дейтронной мишенью, позволяют увидеть влияние трехнуклонных сил (3NF) на двухспиновую асимметрию в полном сечении рассеяния нейтронов на дейтронах $\Delta\sigma_T$ и $\Delta\sigma_L$ (поперечная и продольная асимметрии). Улучшение условий эксперимента будет достигнуто с увеличением поляризации дейтронов примерно до 80% с использованием тритилового радикала и увеличением поляризации дейтронов до 60% и интенсивности пучка. Это может быть достигнуто с помощью генерации нейтронов на тритиевой мишени в резонансной области реакции dt при энергии поляризованных дейтронов около 105 кэВ. Поляризация дейтронов производится по методу Каминского при захвате дейтронами поляризованных электронов из намагниченной никелевой монокристаллической фольги с использованием эффекта каналирования.

Часть проекта SPASCHARM, которая реализуется в ИФВЭ (Протвино) с использованием поляризованных и неполяризованных адронных пучков, выведенных из ускорителя U70, и модифицированной протонной поляризованной мишени, разработанной в ОИЯИ, предусматривает изучение различных одно- и двухспиновых асимметрий в образовании лёгких резонансов и чармония. Исследование разнообразных эксклюзивных и инклюзивных реакций с поляризованной мишенью при очень хорошей статистике позволит оценить эффекты кварковых ароматов и заняться проблемой вклада глюонов в нуклонный спин при достаточно больших значениях параметра Бьёркена x (0,3-0,6). Измерения спиновых эффектов при образовании чармония в адрон-адронных взаимодействиях будут сделаны впервые. Благодаря большой статистике они позволят разделить вклады различных процессов в механизм рождения чармония. Был достигнут значительный прогресс в подготовке поляризованной мишени для эксперимента SPASCHARM. В частности, был разработан и протестирован новый магнит с высокой однородностью поля. Продолжены работы по шиммированию магнитного поля, а также по применению новых материалов для поляризованных мишеней. Эти результаты могут быть использованы для программы по спиновой физике в ОИЯИ с использованием поляризованных пучков на Нуклотроне.

Требуемые ресурсы и временной график вполне разумны. Принимая в расчёт значительную научную важность всех частей Проекта, высокую вероятность получить новые результаты, решающую и ключевую роль физиков ОИЯИ, как в теоретической, так и в экспериментальной частях проекта, **я рекомендую НТС лабораторий ОИЯИ и ПКК ОИЯИ одобрить выполнение проекта на 2023-2025 гг. с первым приоритетом.**

Д.ф.-м.н.

В.П.Ладыгин

В.П.Ладыгин

vladysin@jinr.ru